

FDFE754US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Handwritten signature/initials

U.S. PTO

10/029556



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年10月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-310351

出 願 人

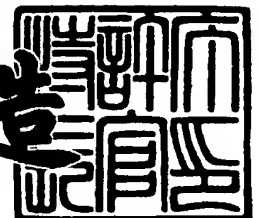
Applicant(s):

古河電気工業株式会社

2001年11月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3098379

【書類名】 特許願

【整理番号】 A10229

【提出日】 平成13年10月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

 【氏名】 松浦 寛

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

 【氏名】 小西 美恵子

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

 【氏名】 末松 克輝

【特許出願人】

 【識別番号】 000005290

 【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090022

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長門 侃二

 【電話番号】 03-3459-7521

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007537

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光結合モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フェルールに取り付けられ、光を入・出射する光ファイバ、レンズ部品及び光学部品が光学的に結合された光結合モジュールにおいて、

前記フェルールは、合成樹脂から成形され、少なくとも 1 本のファイバ孔が形成されていることを特徴とする光結合モジュール。

【請求項 2】 前記フェルールは、筒状に成形され、複数のファイバ孔が形成されると共に、隣り合うファイバ孔の間隔が $250\mu\text{m}$ 未満に設定されている、請求項 1 の光結合モジュール。

【請求項 3】 前記ファイバ孔は、複数の光ファイバが挿着される、請求項 1 の光結合モジュール。

【請求項 4】 前記フェルールは、外側に金属或いは非鉄金属からなるジャケットが設けられている、請求項 1 の光結合モジュール。

【請求項 5】 前記フェルールは、合成樹脂をインサート成形により成形して前記ジャケットの内側に設けられている、請求項 4 の光結合モジュール。

【請求項 6】 前記フェルール及び前記ジャケットは、回転防止手段が形成されている、請求項 4 の光結合モジュール。

【請求項 7】 前記フェルールは、端面が光ファイバの光軸に対して斜めに研磨されている、請求項 1 の光結合モジュール。

【請求項 8】 前記フェルールは、少なくとも一部の外径を前記ジャケットの内径よりも大きく形成した抜け止め部が設けられている、請求項 4 の光結合モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信や光計測で使用される光結合モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

光結合モジュールで用いるフェルールにおいては、光ファイバを固定するキャピラリがガラスやジルコニアで作られている。

ガラス製のキャピラリは、加熱して引っ張り、切断して製造するが、ファイバ孔にワイヤを通して研磨剤を流して研磨すると共に、外側を研削して、所定の規格品とされる。また、ジルコニア製のキャピラリは、焼結後、部品に圧入してフェルールとされるが、所定の規格品とするために、ガラス製のキャピラリと同様の加工が施される。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来の光結合モジュールは、キャピラリを上記のようにして製造することから、加工に手間と時間が掛かりフェルールが高価になるという問題があった。

また、キャピラリはファイバ孔を研磨加工することから、ファイバ孔が複数の場合、ファイバ孔相互の平行度が出し難い。このため、このようなキャピラリを用いたフェルールから組み立てられる光結合モジュールでは、入射ファイバや出射ファイバにおけるビームの入射方向や出射方向が異なってしまい、他の光部品との結合損失が大きくなるという問題があった。

【 0 0 0 4 】

一方、キャピラリは、複数のファイバ孔、例えば、2本のファイバ孔を、ファイバ孔の間隔を光ファイバの直径に設定して隣接配置し、両光ファイバから出射される光をレンズを介して光学フィルタに入射させる光結合モジュールに使用されることがある。

このような光結合モジュールでは、2本の光ファイバの光軸がキャピラリの中心、従ってレンズの光軸からずれているため、レンズを通して光学フィルタに入射するビームの入射角度が大きくなり、偏波依存損失 PDL (Polarization Dependent Loss) が大きくなってしまいう問題がある。例えば、前記レンズの焦点距離が 1.8 mm のときには、前記光学フィルタに入射する入射角度が 4 度となる。

【 0 0 0 5 】

このようなPDLの増加は、光ファイバが1本の場合でも、光ファイバの光軸がレンズの光軸からずれ、光学フィルタに入射するビームの入射角度が大きくなったときに発生する問題である。

しかも、このようにファイバ孔の間隔が近接していると、キャピラリは、研磨等の加工時に隣接したファイバ孔の壁が破れて繋がってしまうという問題があった。

【0006】

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、ファイバ孔を高精度に成形でき、偏波依存損失PDLを小さく抑えることが可能な光結合モジュールを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明においては上記目的を達成するため、フェルールに取り付けられ、光を入・出射する光ファイバ、レンズ部品及び光学部品が光学的に結合された光結合モジュールにおいて、前記フェルールは、合成樹脂から成形され、少なくとも1本のファイバ孔が形成されている構成としたのである。

【0008】

好ましくは、前記フェルールは、筒状に成形し、複数のファイバ孔が形成されると共に、隣り合うファイバ孔の間隔を $250\mu\text{m}$ 未満に設定する。

また好ましくは、前記ファイバ孔には、複数の光ファイバを挿着する。

更に好ましくは、前記フェルールは、外側に金属或いは非鉄金属からなるジャケットを設ける。

【0009】

好ましくは、前記フェルールは、合成樹脂をインサート成形により成形して前記ジャケットの内側に設ける。

また好ましくは、前記フェルール及び前記ジャケットは、回転防止手段を形成する。

更に好ましくは、前記フェルールは、端面を光ファイバの光軸に対して斜めに研磨する。

【0010】

好ましくは、前記フェルールは、少なくとも一部の外径を前記ジャケットの内径よりも大きく形成した抜け止め部を設ける。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の光結合モジュールに係る一実施形態を図1乃至図19に基づいて詳細に説明する。

光結合モジュール1は、図1(a)に示すように、第1フェルール2、光学部品3、レンズ4及び第2フェルール5を有している。

【0012】

第1フェルール2は、1本の光ファイバ2aが取り付けられた単芯フェルールで、合成樹脂、例えば、熱可塑性のエポキシ樹脂や熱硬化性のポリフェニレンサルファイド(PPS)等のエンジニアリングプラスチック、或いはこれらに60重量%以上のシリカ、金属酸化物等のフィラーを含有させて1.0%以下の低成形収縮率としたエンジニアリングプラスチックからインサート成形、トランスファー成形、インジェクション成形等によって成形されている。

【0013】

光学部品3は、例えば、光学フィルタからなり、特定波長において最大の透過率を有する狭帯域フィルタで、入射角が0°、即ち、フィルタへの入射角度が0°に近づくほど偏波依存損失PDLを小さくすることができる。尚、光学部品3は、例えば、複屈折結晶板、ファラデー回転子、 $\lambda/2$ 波長板等を配置させても良い。

【0014】

レンズ4は、焦点距離が、例えば、1.8mm程度の非球面レンズである。

第2フェルール5は、光ファイバ5a、5bを有し、光ファイバ5a、5bは、光学部品3への光の入射角が可能な限り0°に近付くように、 $127\mu\text{m}$ のピッチで配置されている。また、第2フェルール5は、光ファイバ5aが光ファイバ2aと同軸上に位置するように位置調整されている。ここで、第2フェルール5は、第1フェルール2と同様にして合成樹脂から成形されている。

【 0 0 1 5 】

以上のように構成される光結合モジュール 1 は、例えば、光ファイバ 5 a を伝送されてくる多数波長の光からなる波長多重光をレンズ 4 で集光して光学部品 3 に入射させると、光学部品 3 で特定波長の光を透過させると共に、他の複数波長の光を反射させ、再びレンズ 4 で集光させて光ファイバ 5 b へと出射させる分波器として機能する。

【 0 0 1 6 】

このとき、第 1 及び第 2 のフェルール 2, 5 は、従来の光結合モジュールのようにガラス製或いはジルコニア製のキャピラリを使用せず、合成樹脂から成形されている。このため、第 1 及び第 2 のフェルール 2, 5 は、光ファイバ 2 a, 5 a のファイバ孔を高精度に成形することができるので、光ファイバ 2 a, 5 a の光軸がレンズ 4 の光軸からずれない。このため、光結合モジュール 1 は、レンズ 4 を通って光学部品 3 に入射する光の入射角度が小さくなる結果、偏波依存損失 PDL を小さく抑えることができる。

【 0 0 1 7 】

また、光学部品 3 は、例えば、図 1 (b) に示すように、複屈折結晶板 3 a ~ 3 c、ファラデー回転子 3 d, 3 e 及び $\lambda/2$ 波長板 3 f, 3 g を備えた構成とし、レンズ 4 に代えてレンズ 4 a, 4 b とする。このように構成すると、光結合モジュール 1 は、光ファイバ 5 a から入射した光を光ファイバ 2 a へ、光ファイバ 2 a から入射した光を光ファイバ 5 b へ、それぞれ出射する光サーキュレータとして機能させることができる。更に、図示しないが、第 2 フェルール 5 側のレンズ 4 b と複屈折結晶板 3 c との間に光路を変更するプリズムを配置してもよい。

【 0 0 1 8 】

ここで、本発明の光結合モジュール 1 で用いるフェルールは、合成樹脂から成形され、少なくとも 1 本のファイバ孔があればよい。したがって、以下に説明する種々のフェルールを使用することができる。

まず、図 2 及び図 3 (a), (b) に示すフェルール 7 のように、円柱形の本体 7 a に長手方向にファイバ孔 7 b とファイバ孔 7 b に繋がるガイド孔 7 d がテ

ーパ孔 7 c を介して 3 本形成されている。フェルール 7 は、ファイバ孔 7 b 側の端面が前面 7 e で、ガイド孔 7 d 側の端面が光ファイバが挿通される後面 7 f となる。但し、ファイバ孔 7 b は、テーパ孔 7 c 及びガイド孔 7 d と共に少なくとも 1 本形成されていれよい。

【 0 0 1 9 】

フェルール 7 は、合成樹脂、例えば、熱可塑性のエポキシ樹脂や熱硬化性のポリフェニレンサルファイド (P P S) 等のエンジニアリングプラスチック、或いはこれらに 6 0 重量 % 以上のシリカ、金属酸化物等のフィラーを含有させて 1. 0 % 以下の低成形収縮率としたエンジニアリングプラスチックからインサート成形、トランスファー成形、インジェクション成形等によって成形される。

【 0 0 2 0 】

このとき、フェルール 7 は、前記エンジニアリングプラスチックのうち透明或いは半透明の素材のものを使用する。このようにすると、フェルール 7 は、光結合モジュールを組み立てるときに、ガイド孔 7 d からファイバ孔 7 b に光ファイバを挿通して接着剤で接着固定する作業を目視で観察しながら行うことができるので好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、フェルール 7 は、外周にニッケル、ニッケル・クロム・金、ニッケル・金等のメッキ処理を施してもよい。このようなメッキ処理を施すと、フェルール 1 は、半田付けができるので好ましい。

ここで、ファイバ孔 7 b は、接着する光ファイバの直径に合わせて直径 d が $d = 0.124 \sim 0.250$ mm の設計範囲にあるので、接着剤が最小量となる直径に設定する。このとき、ファイバ孔 7 b は、位置精度を位置公差 T と表現すると、位置公差 T は前記成形方法では ± 0.005 mm の範囲にある。

【 0 0 2 2 】

従って、フェルールは、例えばファイバ孔が 1 本の場合、図 4 に示すフェルール 8 のように、本体 8 a の中心を原点 O とし、互いに直交する X 軸及び Y 軸を図示のように設定する。このとき、ファイバ孔 8 b の X 軸上の位置 $X1$ は、設計値を A ($= 0 \sim 0.3$ mm)、位置公差を T とすると、次式で与えられる。

$$X1 = A + T$$

そして、フェルール 8 を用いた光結合モジュールは、フェルール 8 及びフェルール 8 と所定距離において配置されるレンズを、ファイバ孔 8 b の中心及びレンズの光軸が、原点 O を通り、図 4 において紙面に直交する軸上にあるように設計する。このように設計すると、フェルール 8 を用いた光結合モジュールは、ファイバ孔 8 b に接着固定される光ファイバ（図示せず）を伝送され、この光ファイバから出射されるビームや、外部から前記光ファイバに入射するビームが同一軸上で入・出射されるので理想的である。

【 0 0 2 3 】

また、フェルール 8 は、設計値 A を 0 ～ 0.3 mm の範囲で任意の値に設定することで、図 4 においてファイバ孔 8 b が原点 O から適宜オフセットされ、ビームを所望の角度で光ファイバに入・出射させることができる。

一方、本発明の光結合モジュール 1 は、フェルールに形成するファイバ孔が、例えば、2 本の場合には、図 5、6 に示すフェルール 9、10 のように形成する。

【 0 0 2 4 】

即ち、図 5 に示すフェルール 9 は、本体 9 a の中心を原点 O としたときに、ファイバ孔 9 b1 を原点 O の位置に、ファイバ孔 9 b2 をファイバ孔 9 b1 の中心から間隔 W12 オフセットした位置に、それぞれ形成する。

このとき、ファイバ孔 9 b1、9 b2 の平行度は 3 度以下とする。また、ファイバ孔 9 b1 の X 軸上の位置 X2 は、原点 O であるから設計値 A が $A = 0$ であるから、位置公差を T とすると、次式で与えられる。

$$X2 = T$$

【 0 0 2 5 】

一方、ファイバ孔 9 b1、9 b2 の間隔 W12 は、設計値を A ($= 0 \sim 0.3 \text{ mm}$)、位置公差を T、ファイバ孔 9 b1、9 b2 の直径をそれぞれ $d1$ 、 $d2$ ($= 0.124 \sim 0.250 \text{ mm}$) とすると、次式で与えられる。

$$W12 = (d1 / 2) + (d2 / 2) + A + T$$

また、図 6 に示すフェルール 10 は、本体 10 a の中心を原点 O としたときに

、ファイバ孔 1 0 b 1, 1 0 b 2 を、それぞれ原点 O と対称の位置に形成する。ファイバ孔 1 0 b 1, 1 0 b 2 の間隔 W12 は任意で、前記と同様に、ファイバ孔 1 0 b 1, 1 0 b 2 の平行度は 3 度以下とする。

【0026】

このとき、ファイバ孔 1 0 b 1, 1 0 b 2 の X 軸上の位置 X1, X2 並びにファイバ孔 1 0 b 1, 1 0 b 2 の間隔 W12 は、ファイバ孔 1 0 b 1 の設計値を A (= 0 ~ 0.3 mm)、ファイバ孔 1 0 b 2 の設計値を B (= 0 ~ 0.3 mm)、位置公差を T、ファイバ孔 1 0 b 1, 1 0 b 2 の直径をそれぞれ d1, d2 (= 0.124 ~ 0.250 mm) とすると、次式で与えられる。

$$X1 = (d1 / 2) + (d2 / 2) + A + T$$

$$X2 = (d1 / 2) + (d2 / 2) + B + T$$

$$W12 = (d1 / 2) + (d2 / 2) + A + B + T$$

【0027】

また、ファイバ孔が 3 本の場合には、図 7 に示すフェルール 1 1 のように形成する。

図 7 に示すフェルール 1 1 は、本体 1 1 a の中心を原点 O としたときに、ファイバ孔 1 1 b1 を原点 O の位置に、ファイバ孔 1 1 b2, 1 1 b3 を原点 O に対して対称で、ファイバ孔 1 1 b1 と隣接する位置に、それぞれ形成する。前記と同様にファイバ孔 1 1 b1 ~ 1 1 b3 の平行度は 3 度以下とする。

更に、ファイバ孔が 4 本の場合には、図 8 に示すフェルール 1 2 のように形成する。

【0028】

図 8 に示すフェルール 1 2 は、本体 1 2 a の中心を原点 O としたときに、ファイバ孔 1 2 b1, 1 2 b2 を原点 O と対称に隣接配置すると共に、ファイバ孔 1 2 b3, 1 2 b4 をファイバ孔 1 2 b1, 1 2 b2 外側の、原点 O に対して対称で、ファイバ孔 1 2 b1, 1 2 b2 と隣接する位置に、それぞれ形成する。前記と同様にファイバ孔 1 2 b1 ~ 1 2 b4 の平行度は 3 度以下とする。

【0029】

上記のように、本発明の光結合モジュール 1 で使用するフェルールは、ファイ

バ孔が全体で奇数本ある場合、1つのファイバ孔を原点Oに配置したときには、他のファイバ孔は原点Oと対称の位置に形成する。一方、ファイバ孔が全体で偶数本ある場合には、全てのファイバ孔は原点Oと対称の位置に形成する。

ここで、ファイバ孔は、例えば、2本のファイバ孔を原点Oと対称の位置に形成するときは、図9(a)に示すフェルール13のように、本体13aに形成するファイバ孔13bを2本の光ファイバが入るように長方形に成形したり、図9(b)に示すファイバ孔13bのように、2本のファイバ孔が連結された長円形に成形してもよい。或いは、図9(c)に示すファイバ孔13bのように、2本の光ファイバが挿通可能なように楕円形に成形したり、図9(d)に示すファイバ孔13bのように、所定間隔をおいて配置される2本のファイバ孔が連結された長円形に成形してもよい。

【0030】

一方、フェルールは、ファイバ孔に複数の光ファイバが固定されるタイプにおいては、図10に示すフェルール14のように、本体14aの前面14eに段部14gを形成する。これにより、フェルール14は、段部14gをマーキングとして利用することにより、複数のファイバ孔14b、従って複数の光ファイバの配列方向を簡単に知ることができる。

【0031】

更に、本発明の光結合モジュール1で使用するフェルールは、使用形態に応じて、図11に示すフェルール15のように、本体15aを四角柱形に形成し、本体15aの長手方向にファイバ孔15bとファイバ孔15bに繋がる図示しないガイド孔がテーパ孔（図示せず）を介して複数、例えば3本形成されている構成としてもよい。

【0032】

以上のように構成されるフェルール15は、前記エンジニアリングプラスチックからインサート成形、トランスファー成形、インジェクション成形等によって成形した後、ファイバ孔15bに光ファイバを接着剤で固定した後、前端面を光ファイバの端面と共に光学研磨して光結合モジュールとされる。このとき、フェルール15は、前面15eに前記光ファイバの端面と共に空気や接着剤に対する

反射防止膜や波長選択膜等の光学薄膜を形成してもよい。

【 0 0 3 3 】

また、図 1 2 に示すフェルール 1 6 のように、ファイバ孔に光ファイバを接着剤で固定した後、本体 1 6 a の前面 1 6 e を斜めに研磨すると、光ファイバを伝送されてくる光が前面 1 6 e において反射することに起因する反射損失 (return loss) を防止することができる。

更に、フェルールに固定する光ファイバは、偏波保持型シングルモード光ファイバ、希土類添加シングルモード光ファイバ、希土類添加偏波保持型シングルモード光ファイバ等のシングルモード光ファイバの他、マルチモード光ファイバを使用することができる。

【 0 0 3 4 】

一方、本発明の光結合モジュール 1 で使用するフェルールは、図 1 3 に示すように、図 2 に示すフェルール 7 の外側に金属製のジャケット 1 7 を設けてもよい。

ジャケット 1 7 は、例えば、メタルインジェクションによってフェルール孔 1 7 a を有する筒形に成形され、フェルール 7 を他の部材に半田付けや Y A G レーザ等による溶接によって取り付けるために設けられている。このため、ジャケット 1 7 は、半田付けや溶接が容易なようにアルミニウム、銅、タングステン等の金属の他、銅・タングステン合金、ステンレス (S U S 3 0 4) 、 ニッケル・鉄・コバルト合金等の合金を使用する。

【 0 0 3 5 】

更に、ジャケット 1 7 は、表面にニッケル、ニッケル・クロム・金、ニッケル・金等をメッキすると、半田付けがより一層容易になる。

上記のように構成されるフェルール 7 は、ジャケット 1 7 に前記エンジニアリングプラスチックをモールドして製造される。

このとき、本実施形態のフェルール 7 は、ジャケット 1 7 のフェルール孔 1 7 a 内周面に予め少なくとも深さ 0.005 mm の溝や凹部、或いは少なくとも高さ 0.005 mm の突起や突条を形成したり、ジャケット 1 7 の内面を最大高さ (R_y) が少なくとも 1 μm の粗面としておく。このようにすると、本実施形態のフ

フェルールは、製造後、フェルール 7 を構成する前記エンジニアリングプラスチックの収縮或いはジャケット 1 7 の膨張に対し、ジャケット 1 7 がフェルール 7 に対して回らないようにする回り止め対策となる。

【 0 0 3 6 】

従って、ジャケット 1 7 を有するフェルール 7 は、深さ或いは高さが 0.005 mm を超える、例えば、図 1 4 (a) に示す凹溝 1 7 b、図 1 4 (b) に示す楕円溝 1 7 c、図 1 4 (c) に示す V 溝 1 7 d、或いは図 1 4 (d) に示す断面四角形の突条 1 7 e、をフェルール孔 1 7 a の内周面にそれぞれ長手方向に沿って形成しておく、前記以上に優れたフェルール 7 に対するジャケット 1 7 の回り止め対策となる。

【 0 0 3 7 】

このとき、凹溝 1 7 b、楕円溝 1 7 c、V 溝 1 7 d、突条 1 7 e は、長手方向に沿って螺旋状に 1 ピッチ分形成したり、断続的に形成してもよい。

また、本実施形態のフェルール 7 は、ジャケット 1 7 に形成するフェルール孔 1 7 a の断面形状を、図 1 5 (a) に示す楕円形、図 1 5 (b) に示す六角形、或いは図 1 5 (c) に示す星形のように、多角形に形成してもフェルール 7 に対するジャケット 1 7 の回り止め対策となる。

【 0 0 3 8 】

一方、ジャケット 1 7 は、フェルール孔 1 7 a の直径を、図 1 6 (a) に示すように、フェルール 7 両端の直径よりも小さく、長手方向に沿って一定に設定したり、図 1 6 (b) に示すように、フェルール 7 の直径よりも小さく、中間で最大となるように長手方向に沿って変化させる。このようにすると、フェルール 7 は、製造後、フェルール 7 を構成する前記エンジニアリングプラスチックの収縮或いはジャケット 1 7 の膨張に対し、ジャケット 1 7 がフェルール 7 から抜けないための抜け止め対策となる。この場合、ジャケット 1 7 は、これら抜け止め対策に加えて、前記回り止め対策の溝や凹部或いは突起や突条を形成したり、ジャケット 1 7 の内面を最大高さ (Ry) が少なくとも 1 μ m の粗面としておいてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、ジャケット 17 は、図 17 に示すように、半径方向に貫通する孔 17 f を形成しておく、成形の際に前記エンジニアリングプラスチックが孔 17 f に侵入し、フェルール 7 に対するジャケット 17 の回り止めと抜け止めの両方の効果を奏する。

更に、ジャケット 17 は、図 18 (a), (b) に示すように、フェルール孔 17 a の直径を、フェルール 7 両端の直径よりも小さく、長手方向に沿って一定に設定すると共に、ジャケット 17 の長手方向両端に半径方向に抜止め溝 17 g を形成しておいても、フェルール 7 に対するジャケット 17 の回り止めと抜け止めの両方の効果を奏することができる。

【0040】

一方、本発明の光結合モジュール 1 で使用するフェルールは、図 19 に示すフェルールのように、図 11 に示す四角柱形のフェルール 15 の外側に四角筒形状の金属製のジャケット 18 を設けてもよい。

更に、ジャケットは、外形が四角形その他、六角形等の多角形としてもよい。

【0041】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によれば、ファイバ孔を高精度に成形でき、偏波依存損失 PDL を小さく抑えることが可能な光結合モジュールを提供することができる。

請求項 2, 3 の発明によれば、複数の光ファイバを有し、フェルールにおける光ファイバが最小の配列間隔である光結合モジュールを提供することができる。

【0042】

請求項 4 の発明によれば、光結合モジュールを他の部材に半田付けや YAG レーザ等による溶接によって取り付けることができる。

請求項 5 の発明によれば、前記ジャケットの内側にフェルールを簡単、かつ、高精度に設けることができる。

請求項 6, 8 の発明によれば、フェルールを構成する合成樹脂の収縮やジャケットの膨張に対し、内側に形成したフェールの回り止めや抜け止めとなる。

【0043】

請求項 7 の発明によれば、光ファイバを伝送されてくる光の端面における反射

を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光結合モジュールの一実施形態を示す側面図（a）と、その変形例を示す側面図（b）である。

【図 2】

図 1 の光結合モジュールで使用するフェルールの斜視図である。

【図 3】

図 2 のフェルールを中心に沿って切断した断面図（a）と、図 2（a）の C1 - C1 線に沿って切断した断面図（b）である。

【図 4】

ファイバ孔が 1 本のフェルールにおける、ファイバ孔の位置を設計値及び位置公差との関係で説明する正面図である。

【図 5】

ファイバ孔が 2 本のフェルールにおける、ファイバ孔の位置を設計値及び位置公差との関係で説明する正面図である。

【図 6】

2 本のファイバ孔が所定間隔をおいて対称に形成されたフェルールにおける、ファイバ孔の位置を設計値及び位置公差との関係で説明する正面図である。

【図 7】

3 本のファイバ孔が、中央のファイバ孔を中心として対称に形成されたフェルールにおける、ファイバ孔の位置を設計値及び位置公差との関係で説明する正面図である。

【図 8】

4 本のファイバ孔が、中心に対して対称に形成されたフェルールにおける、ファイバ孔の位置を設計値及び位置公差との関係で説明する正面図である。

【図 9】

2 つのファイバ孔をまとめて 1 つにした種々の態様を示すフェルールの正面図である。

【図 1 0】

図 1 の光結合モジュールで使用するフェルールの変形例を示す斜視図である。

【図 1 1】

図 1 の光結合モジュールで使用するフェルールの他の変形例を示す斜視図である。

【図 1 2】

図 1 の光結合モジュールで使用するフェルールの更に他の変形例を示す側面図である。

【図 1 3】

図 1 の光結合モジュールで使用するフェルールの他の変形例を示す斜視図である。

【図 1 4】

図 1 の光結合モジュールで使用するフェルールに用いるジャケットの種々の変形例を、フェルールの前面側から示した正面図である。

【図 1 5】

フェルールに対する回り止め対策を施したジャケットの種々の変形例を、フェルールの前面側から示した正面図である。

【図 1 6】

ジャケットに対する抜け止め対策を施したフェルールの種々の変形例を、フェルールを長手方向に沿って切断して示す断面図である。

【図 1 7】

回り止め対策と抜け止め対策を施したフェルールの変形例を、フェルールを長手方向に沿って切断して示す断面図である。

【図 1 8】

回り止め対策と抜け止め対策を施したフェルールの変形例を示す斜視図（a）と、フェルールを長手方向に沿って切断して示す断面図（b）である。

【図 1 9】

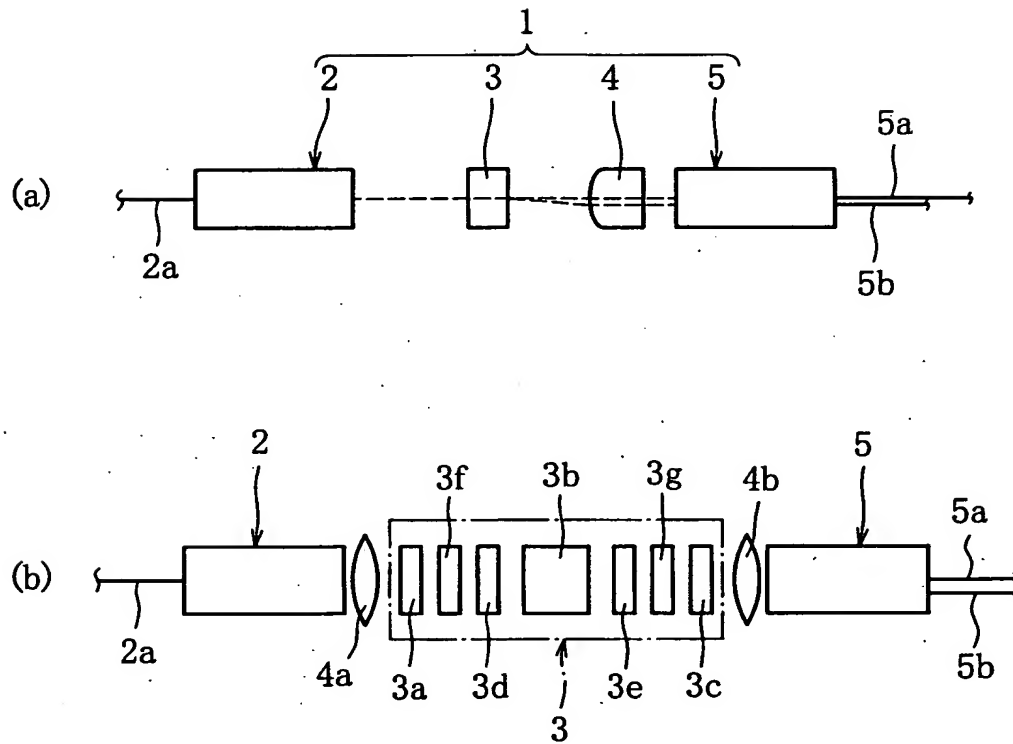
ジャケットを有するフェルールの他の変形例を示す斜視図である。

【符号の説明】

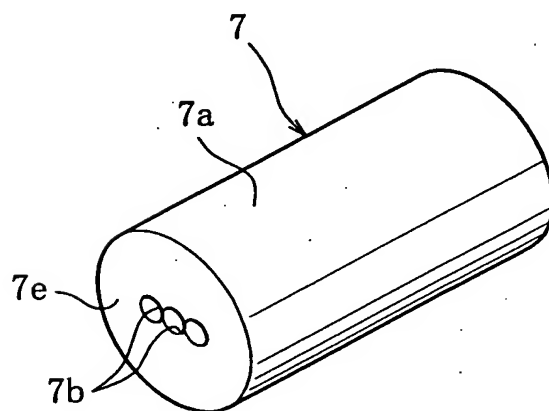
1	光結合モジュール
2	第 1 フェルール
3	光学部品
3 a ~ 3 c	複屈折結晶板
3 d, 3 e	ファラデー回転子
3 f, 3 g	$\lambda/2$ 波長板
4	レンズ
4 a, 4 b	レンズ
5	第 2 フェルール
7	フェルール
7 a	本体
7 b	ファイバ孔
7 c	テーパ孔
7 d	ガイド孔
7 e	前面
7 f	後面
8 ~ 1 6	フェルール
1 7	ジャケット
1 7 a	フェルール孔
1 7 b	凹溝
1 7 c	楕円溝
1 7 d	V 溝
1 7 e	突条
1 7 f	孔
1 7 g	抜止め溝
1 8	ジャケット

【書類名】 図面

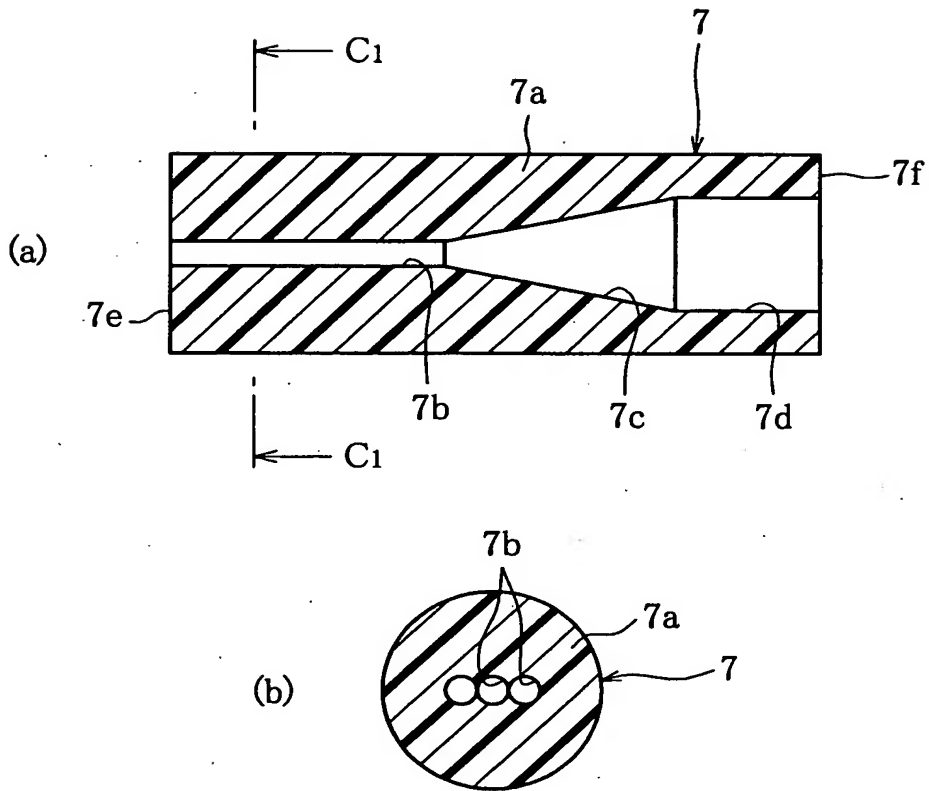
【図 1】



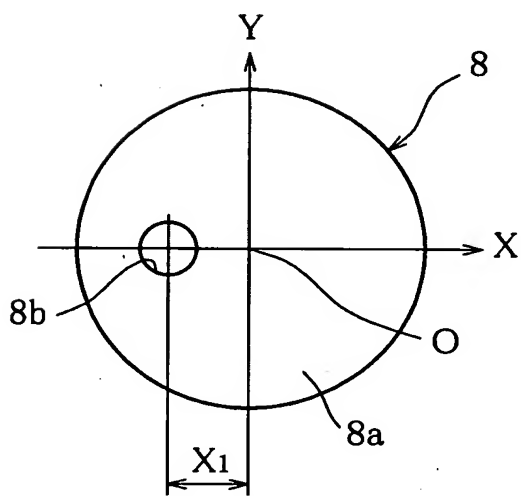
【図 2】



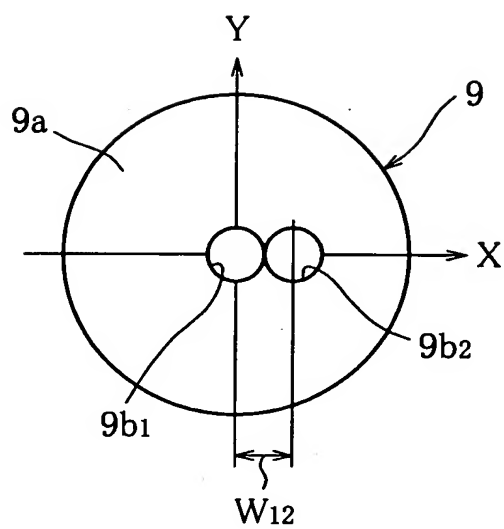
【図 3】



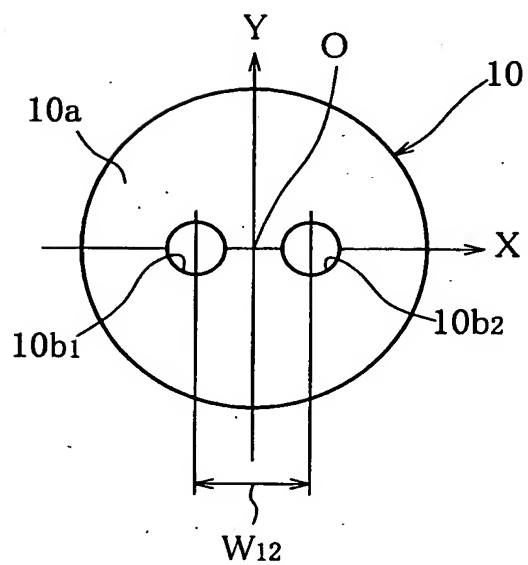
【図 4】



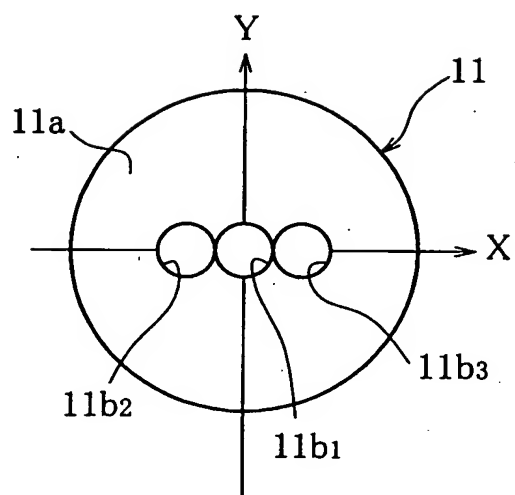
【図 5】



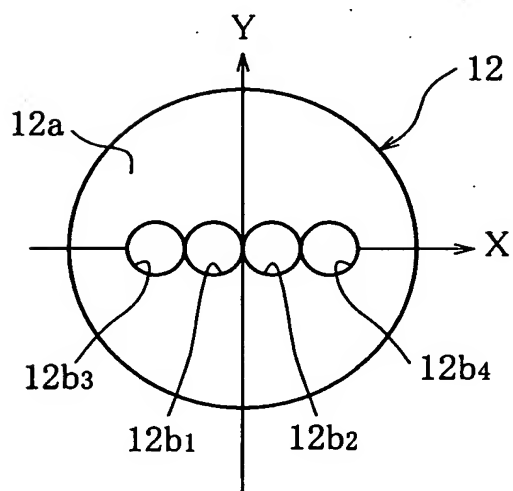
【図 6】



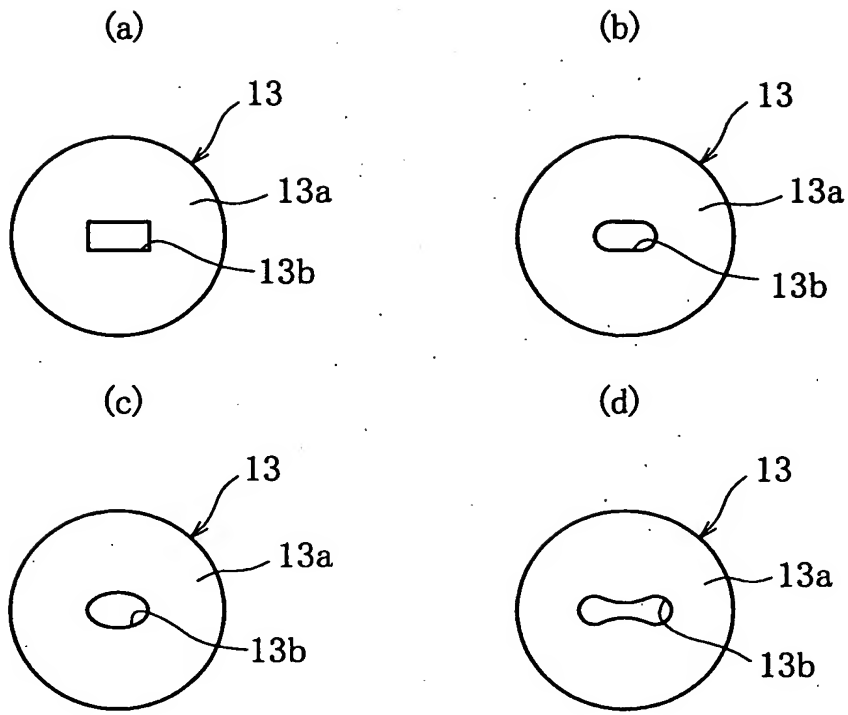
【図 7】



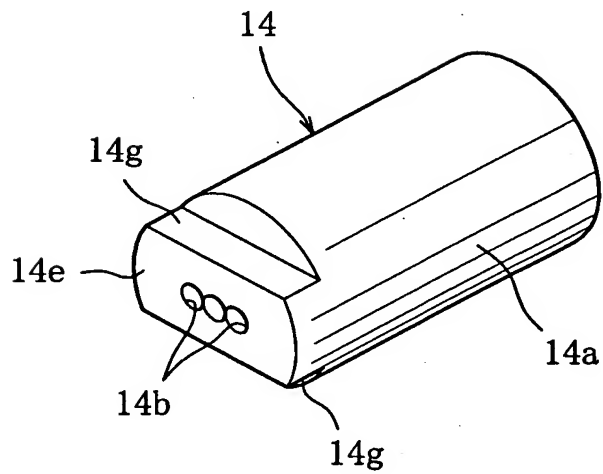
【図 8】



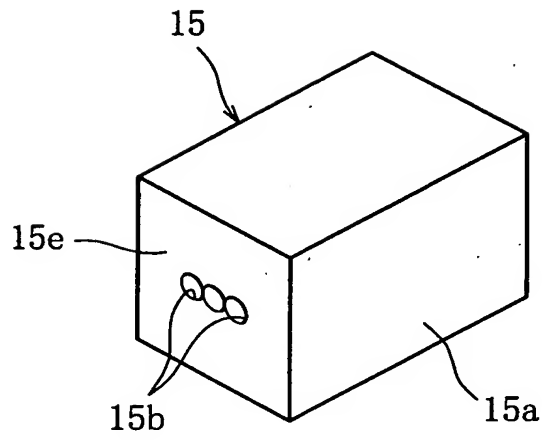
【図 9】



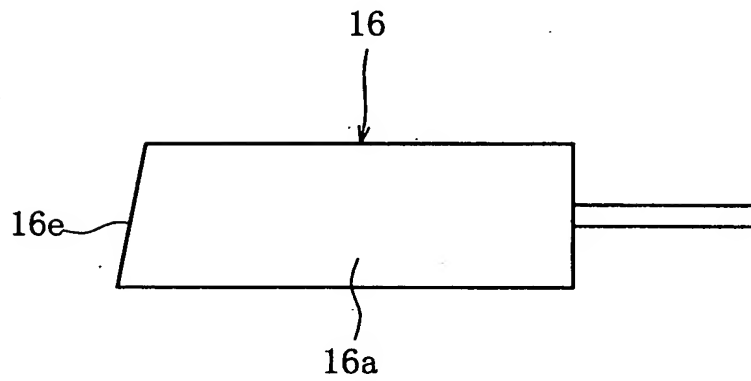
【図 1 0】



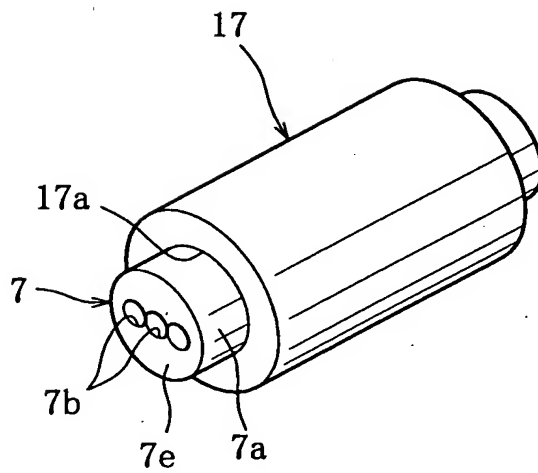
【図 1 1】



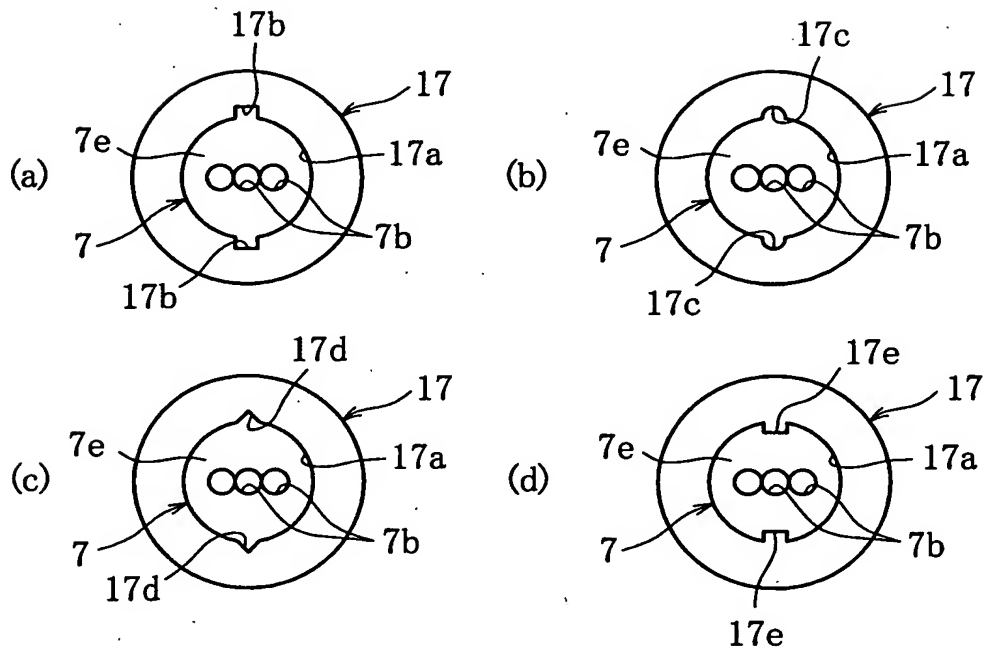
【図 1 2】



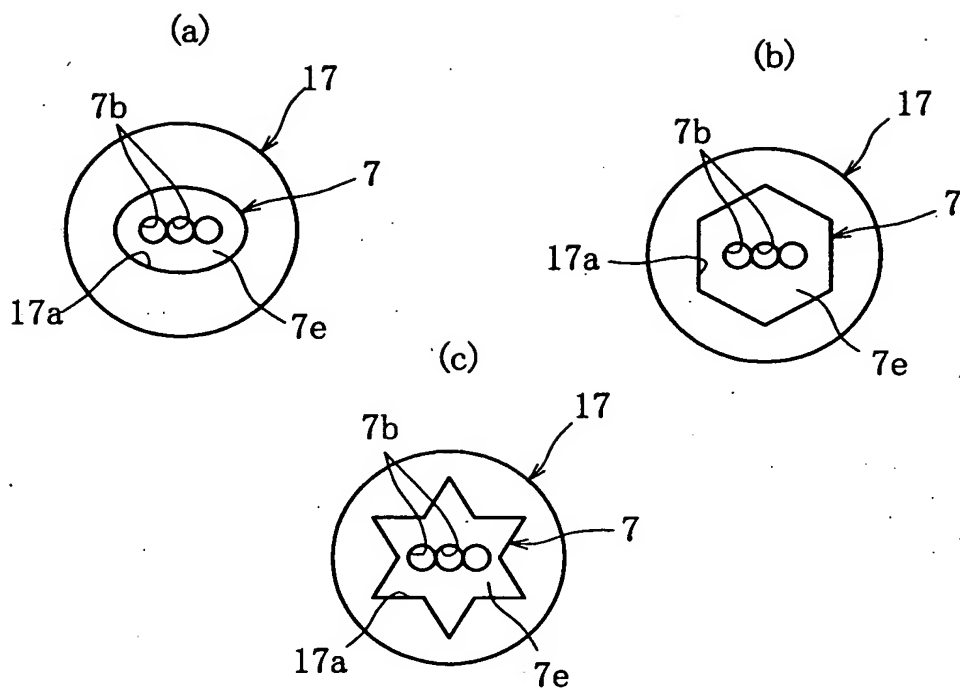
【図 13】



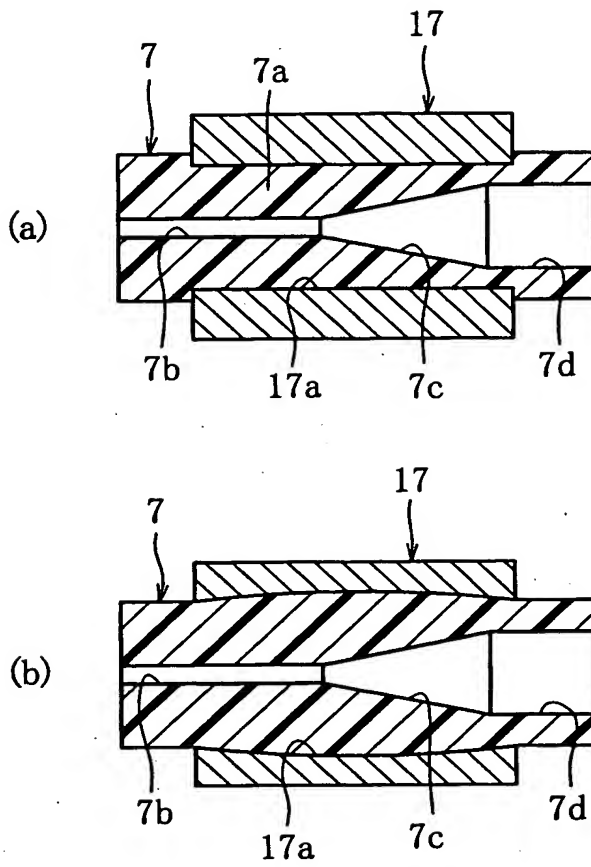
【図 14】



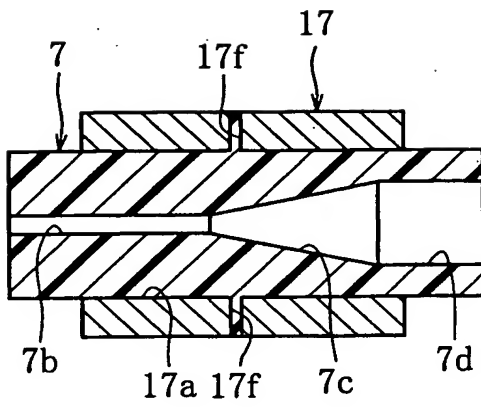
【図 1 5】



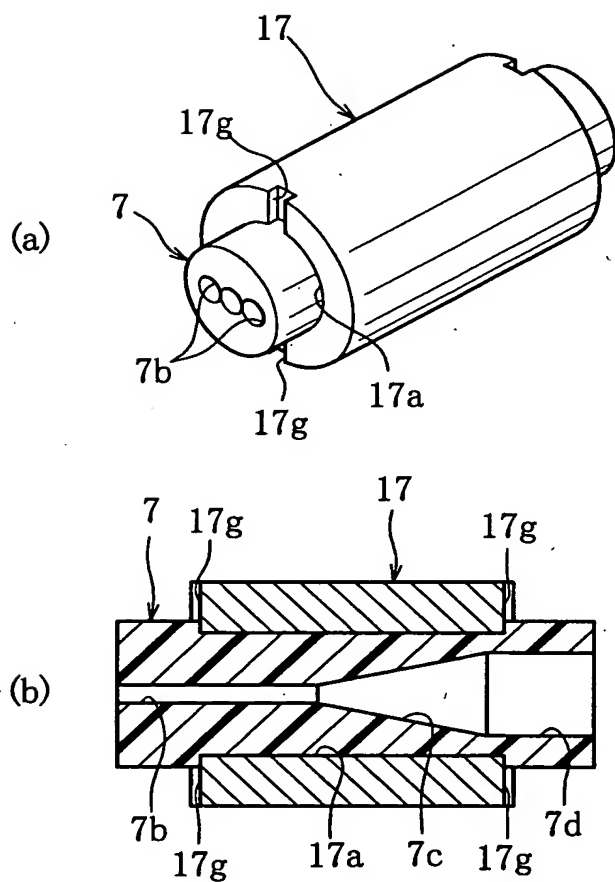
【図 16】



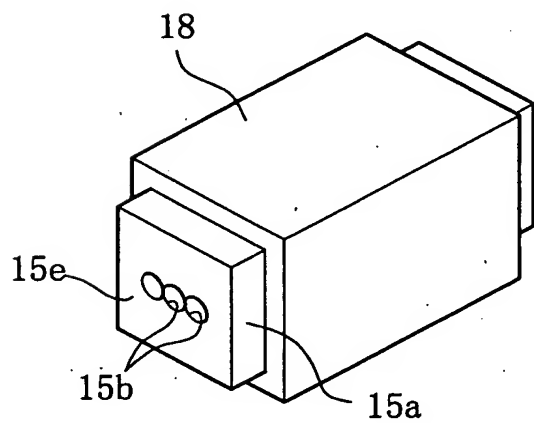
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ファイバ孔を高精度に成形でき、偏波依存損失 PDL を小さく抑えることが可能な光結合モジュールを提供する。

【解決手段】 フェルール 2, 5 に取り付けられ、光を入・出射する光ファイバ 2 a, 5 a, 5 b、レンズ部品 4 及び光学部品 3 が光学的に結合された光結合モジュール 1。フェルール 2, 5 は、合成樹脂から成形され、少なくとも 1 本のファイバ孔が形成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名	古河電気工業株式会社